

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06140724 A**

(43) Date of publication of application: **20.05.94**

(51) Int. Cl.

H01S 3/18
H01L 33/00

(21) Application number: **04288815**

(71) Applicant: **FUJITSU LTD**

(22) Date of filing: **27.10.92**

(72) Inventor: **NOBUHARA HIROYUKI**

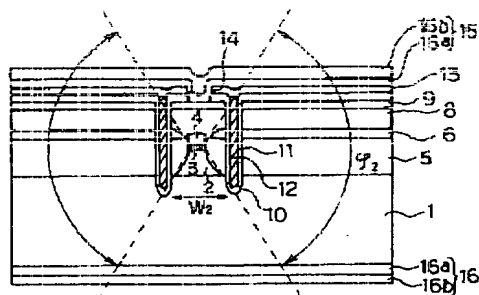
(54) **SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: To reduce the light attenuated by a current blocking layer between an active layer and a metal film, increase the reflection angle of a light which is reflected and returns the active layer, improve the efficiency of photon recycling, decrease sufficiently the oscillation threshold current, and reduce sufficiently the power consumption.

CONSTITUTION: On the side surfaces of an active layer 3, current blocking layers 5, 6, 8 are formed in the direction of an optical resonator. On the side surfaces of the current blocking layers 5, 6, 8, trenches 10 are formed in the direction of the optical resonator. In the trenches 10, metal films 12 are buried which films reflect the light emitted from the active layer 3 via an insulating film 11 electrically separating the layer 3 from the current blocking layers 5, 6, 8.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-140724

(43)公開日 平成6年(1994)5月20日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H O I S 3/18

H 0 1-L 33/00

B 7376-4M

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21)出願番号

特願平4-288815

(22)出願日

平成4年(1992)10月27日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 延原 裕之

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 井桁 貞一

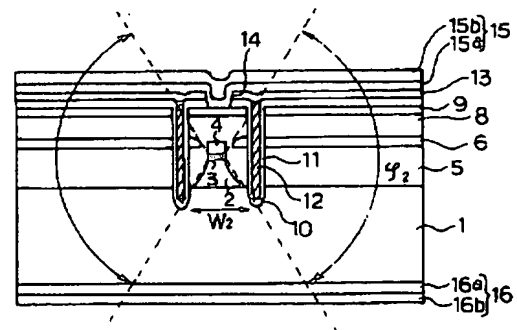
(54)【発明の名称】 半導体発光装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、半導体発光装置に関し、活性層と金属膜間の電流阻止層で減衰される光を小さくすることができるとともに、反射して活性層へ戻る光の反射角を大きくしてフォトンリサイクリングの効率を向上させることができ、発振しきい値電流を十分小さくして低消費電力化を十分達成することができる半導体発光装置を提供することを目的としている。

【構成】 活性層3側面で、かつ光共振器方向に電流阻止層5, 6, 8が形成され、該電流阻止層5, 6, 8側面で、かつ光共振器方向に溝10が形成され、該溝10内に該電流阻止層5, 6, 8と電氣的に分離する絶縁膜11を介して該活性層3から放出される光を反射する金属膜12が充填されてなるように構成する。

本発明の一実施例に則した半導体発光装置の構造を示す断面図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層(3)側面で、かつ光共振器方向に、電流阻止層(5, 6, 8)が形成され、該電流阻止層(5, 6, 8)側面で、かつ光共振器方向に溝(10)が形成され、該溝(10)内に該電流阻止層(5, 6, 8)と電気的に分離する絶縁膜(11)を介して該活性層(3)から放出される光を反射する金属膜(12)が充填されてなることを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】 前記金属膜(12)が充填された前記溝(10)は、光の出射端面と対向する前記共振器端面側にまで形成されて前記金属膜(12)が高反射率膜となることを特徴とする請求項1記載の半導体発光装置。

【請求項3】 前記溝(10)内に充填される前記金属膜(12)は、配線電極(15)と電気的に分離して形成されてなることを特徴とする請求項1乃至2記載の半導体発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体発光装置に係り、詳しくは、光通信や光情報処理等に使用されている半導体レーザ、半導体発光ダイオード等に適用することができ、特に、フォトンリサイクリングの効率を向上させて発振しきい値電流を十分小さくすることができ、低消費電力化を十分達成することができる半導体発光装置に関する。

【0002】近年、通信機器や情報処理装置に組込まれる半導体レーザの数が増加し、その低消費電力化が望まれている。この低消費電力化を達成するためには発振しきい値電流を小さくすることが必要である。

【0003】

【従来の技術】従来、半導体発光装置の発振しきい値電流を小さくする手段のひとつにはフォトンリサイクリング(光の再利用)と言われる方法が知られており、この方法は活性層から漏れ出る自然放出光を反射鏡によって活性層へ再び戻す方法である。以下、具体的に図面を用いて従来技術を説明する。

【0004】図4は従来の半導体発光装置の構造を示す断面図である。図示例は半導体レーザに適用する場合である。図4において、31はn-GaAs等の基板であり、32~34はn-GaAs基板31上に順次形成されたn-AlGaAs等のクラッド層、i-GaAs等の活性層、p-AlGaAs等のクラッド層であり、35はn-AlGaAsクラッド層32、i-GaAs活性層33及びp-AlGaAsクラッド層34からなるメサ側壁からn-GaAs基板31上にかけて形成され、屈折率の小さいAlAs等の半導体層35aとAlAs半導体層35aよりも屈折率の大きいGaAs等の半導体層35bとの複数層からなる半導体多層膜である。そして、36は半導体多層膜35上に形成されたi-GaAs等の半導体層であり、37はp-AlGaAsクラッド層34表面部分にZn等の

不純物が導入されて形成されたコンタクト抵抗低減化のためのp型不純物拡散領域であり、38はp型不純物拡散領域37とコンタクトするように形成されたAu/Zn/Au等のp電極であり、39はn-GaAs基板31とコンタクトするように形成されたAuGe/Au等のn電極である。なお、反射膜となる半導体多層膜35は、レーザ発振する光の波長を λ とし、AlAs半導体層35aの屈折率と厚みを n_1 、 d_1 とし、GaAsの屈折率と厚みを n_2 、 d_2 とした時、 $n_1 d_1 = \lambda/4$ と $n_2 d_2 = \lambda/4$ の条件を満たすように構成されている。

【0005】この従来の半導体発光装置では、活性層43側面に形成された半導体多層膜35を反射鏡としており、この半導体多層膜35により活性層33から漏れ出る自然放出光を反射して活性層33に戻してフォトンリサイクリングを行っている。次に、図5は従来の別の半導体発光装置の構造を示す断面図である。図示例は半導体レーザに適用する場合である。図5において、41はn-InP等の基板であり、42、43はn-InP基板41上に順次形成されたn-InP等のクラッド層、i-InGaAsP(Eg=1.55)等の活性層であり、44、45はn-InP基板41上に順次形成されるとともに、n-InPクラッド層42及びi-InGaAsP活性層43からなるメサ側壁に形成されたp-InP等の電流阻止層及びn-InP等の電流阻止層である。次いで、46、47はn-InP電流阻止層45及びi-InGaAsP活性層43上に順次形成されたp-InP等のクラッド層及びp-InGaAsP等のコンタクト層であり、48はp-InGaAsPコンタクト層47からn-InP基板41にまで形成された溝である。そして、49は溝48からp-InGaAsPコンタクト層47上にまで形成され、p-InGaAsPコンタクト層47が露出された開口部50を有するSiO₂等の絶縁膜であり、51は開口部50内のp-InGaAsPコンタクト層47とコンタクトするように順次形成されたTi/Pt等の金属膜51aとAu等の金属膜51bとからなるp電極であり、52はn-InP基板41とコンタクトするようにされたAuGe/Au等のn電極である。

【0006】この従来の半導体発光装置では、メサ側面の溝48内に形成された配線電極のp電極51を構成する金属膜51bを反射鏡としており、この金属膜51bにより活性層43から漏れ出る自然放出光を反射して活性層43に戻してフォトンリサイクリングを行っている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記した図4に示す従来の半導体発光装置では、半導体多層膜35に対してある一定の角度(上記条件では垂直)で入射される光に対しては反射率を高くすることができるという利点を有するが、半導体多層膜35に対して全ての入射角の光に対して反射率を高くするのは非常に困難であり、半導体多層膜35に対して特に極端に斜めから入射される光に対しては

反射率が極端に低くなってほとんど反射されずに半導体多層膜35を透過して漏れてしまい、フォトンリサイクリングの効率が低くなってしまう。このため、発振しきい値電流を十分小さくすることができず、低消費電力化を十分達成することができないという問題があった。

【0008】そこで、全ての入射角の光に対して反射率を高くするためには、上記した図5に示す如く、反射鏡に光反射に対して角度依存性のない金属膜51bを用いた方がよいと考えられるが、上記した図5に示す従来の半導体発光装置では、反射鏡を構成する金属膜51bは配線電極となるp電極51を兼ねており、しかも、断線を防止するためにメサ側面のなだらかな状態に形成された溝48内に活性層43に対して凸面形状で形成されている。そして、このように断線防止のためにメサ側面をなだらかにするには、メサ幅 W_1 をある程度大きくしなければならず、これに伴い活性層33と反射鏡となる金属膜51bはある程度大きく離れなければならない。このため、活性層33と金属膜51b間の電流阻止層44、45で光が減衰されてしまうととも、反射して活性層33へ戻る光の反射角 ψ は小さくなってしまいうので、フォトンリサイクリングの効率が低くなってしまいう。従って、発振しきい値電流を十分小さくすることができず、低消費電力化を十分達成することができないという問題があった。

【0009】そこで本発明は、活性層と金属膜間の電流阻止層で減衰される光を小さくすることができるとともに、反射して活性層へ戻る光の反射角を大きくしてフォトンリサイクリングの効率を向上させることができ、発振しきい値電流を十分小さくして低消費電力化を十分達成することができる半導体発光装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体発光装置は上記目的達成のため、活性層側面で、かつ光共振器方向に電流阻止層が形成され、該電流阻止層側面で、かつ光共振器方向に溝が形成され、該溝内に該電流阻止層と電気的に分離する絶縁膜を介して該活性層から放出される光を反射する金属膜が充填されてなるものである。

【0011】本発明においては、前記金属膜が充填された前記溝は、光の出射端面と対向する前記共振器端面側にまで形成されて前記金属膜が高反射率膜となる場合が好ましく、この場合、光の出射端面と対向する共振器端面に新ためて高反射率膜を形成しないで済ませることができる。また、この方法では、半導体プロセス技術で素子内に金属膜等を形成することができるため、へき開で共振器長を決める場合よりも、共振器長を短くすることができ、発振しきい値電流を小さくすることができる。

【0012】本発明においては、前記溝内に充填される前記金属膜は、配線電極と電気的に分離して形成されてなる場合が好ましく、この場合、金属膜を配線電極と電

氣的に接続してなる場合よりも配線容量を小さくすることができるので、高速応答性を向上させることができる。

【0013】

【作用】本発明は、後述する実施例の図1～3に示す如く、電流阻止層5, 6, 8を介して活性層3側面で、かつ共振器方向に溝10を形成し、この溝10内に電流阻止層5, 6, 8と電気的に分離する絶縁膜11を介して反射鏡となる金属膜12を形成している。そして、反射鏡となる金属膜12をできるだけ活性層3に近づけ、しかも反射鏡となる金属膜12を活性層3に対して垂直方向に形成したため、反射して戻ってくる光の放射角度 ψ_r を従来の場合よりも著しく大きくすることができるとともに、活性層3と金属膜12間の電流阻止層5, 6, 8で減衰される光を著しく小さくすることができる。このため、フォトンリサイクリングの効率を向上させて発振しきい値電流を十分小さくすることができるので、低消費電力化を十分達成することができる。

【0014】

20 【実施例】以下、本発明を図面に基づいて説明する。図1は一実施例に則した本発明の半導体発光装置の構造を示す断面図である。図示例は半導体レーザに適用する場合である。図1において、1はn-InP等の基板であり、2～4はn-InP基板1上の順次形成されたn-InP等のクラッド層、i-InGaAsP等の活性層、p-InP等のクラッド層であり、5～6はn-InPクラッド層2、i-InGaAsP活性層3及びp-InPクラッド層4からなるメサ側面でかつ共振器方向のn-InP基板1上に順次形成されたp-InP電流阻止層、n-InP電流阻止層である。次いで、8, 9はp-InPクラッド層4及びp-InP電流阻止層7上に順次形成されたp-InP等のクラッド層、p'-InGaAsP等のコンタクト層であり、10は電流阻止層5, 6, 8側面で、かつ共振器方向に形成された溝であり、この溝10はp'-InGaAsPコンタクト層9からn-InP基板1に達するまでエッチングされて活性層3に対して垂直方向に形成され、しかも光の出射端面と対向する共振器端面側にまで回り込んで形成されている。次いで、11は溝10内からコンタクト層9上まで形成されたSiO₂等の絶縁膜であり、12は溝10内に電流阻止層5, 6, 8と電気的に分離する絶縁膜11を介して充填されたW等の金属膜であり、13は金属膜12及び絶縁膜11上に形成されたSiO₂等の絶縁膜である。そして、14は絶縁膜13.11がエッチングされて形成され、p'-InGaAsPコンタクト層9が露出された開口部であり、15は開口部14内のp'-InGaAsPコンタクト層9とコンタクトするように順次形成されたPt/Ti膜15aとAu膜15bとからなるp電極であり、16は基板1とコンタクトするように順次形成されたAuGe/Au膜16aとAu膜16bとからなるn電極である。

【0015】次に、図2、3は本発明の一実施例に則した半導体発光装置の製造方法を説明する断面図である。図2、3において、図1と同一符号は同一又は相当部分を示し、21はメサ形成用のSiO₂等のマスクである。以下、その半導体発光装置の製造方法について説明する。まず、図2(a)に示すように、VPE法等によりn-InP基板1上にn-InP、i-InGaAsP及びp-InPを順次堆積して膜厚0.5μmのn-InPクラッド層2、膜厚0.1μmのi-InGaAsP活性層3及び膜厚0.5μmのp-InPクラッド層4を形成した後、図2(b)に示すように、CVD法とRIE法によりp-InPクラッド層4上にメサ形成用のSiO₂マスク21を形成し、RIE等によりこのSiO₂マスク21を用いてp-InPクラッド層4、i-InGaAsP活性層3及びn-InPクラッド層2をメサエッチングする。この時、共振器方向にp-InPクラッド層4、i-InGaAsP活性層3及びn-InPクラッド層2からなるメサが形成される。

【0016】次に、図2(c)に示すように、LPE法等によりp-InPクラッド層4、i-InGaAsP活性層3及びn-InPクラッド層2からなるメサ側面にp-InP及びn-InPを順次堆積して膜厚1.5μmのp-InP電流阻止層5及び膜厚1μmのn-InP電流阻止層6を形成した後、SiO₂マスク21を除去する。

【0017】次に、図2(d)に示すように、VPE法等によりp-InPクラッド層4及びn-InP電流阻止層6上にp-InP及びp-InGaAsPを順次堆積して膜厚2μmのp-InPクラッド層8及び膜厚0.5μmのp-InGaAsPコンタクト層9を形成する。次に、図3(a)、(b)に示すように、例えばエッチングガスをC₂H₄ガスとO₂ガスの混合ガスとし、印加パワーを300WとしたRIE等によりp-InGaAsPコンタクト層9からn-InP基板1までトレンチエッチングして幅1μmで深さ5μmの溝10を形成する。この溝10は、活性層3に対して垂直方向に形成されるとともに、共振器方向に形成され、しかも光の出射端面と対向する共振器端面側にまで回り込んで形成される。なお、溝10間距離は3μmである。次いで、CVD法等により溝10内からコンタクト層9上にSiO₂を堆積して膜厚0.3μmのSiO₂絶縁膜11を形成し、CVD法等により絶縁膜11を介して溝10内を埋め込むようにWを堆積して膜厚0.5μmのW金属膜12を形成した後、RIE等によりW金属膜12をエッチバックして溝10内に埋め込む。

【0018】そして、CVD法等によりW金属膜12及びSiO₂絶縁膜11上にSiO₂を堆積して膜厚0.3μmの絶縁膜13を形成し、RIE等により絶縁膜13、11をエッチングしてコンタクト層9が露出された開口部14を形成した後、スパッタ法等により開口部14内のコンタク

ト層9とコンタクトするように膜厚1000Å/1000ÅのPt/Ti膜15aと膜厚3μmのAu膜15bとからなるp電極15を形成するとともに、基板1とコンタクトするように膜厚500Å/2500ÅのAuGe/Au膜16aと膜厚3μmのAu膜16bとからなるn電極16を形成することにより、図1に示すような半導体発光装置を得ることができる。

【0019】このように、本実施例では、電流阻止層5、6、8を介して活性層3側面で、かつ共振器方向に溝10を形成し、この溝10内に電流阻止層5、6、8を電氣的に分離する絶縁膜11を介して反射鏡となる金属膜12を形成している。そして、反射鏡となる金属膜12をできるだけ活性層3(間隔1μm)に近づけ、しかも反射鏡となる金属膜12を活性層3に対して垂直方向に形成したため、反射して戻ってくる光の放射角度ψ₁を120度と図5の従来の放射角度ψ₁60度の場合よりも著しく大きくすることができるとともに、活性層3と金属膜12間の電流阻止層5、6、7で減衰される光を小さくすることができる。このため、フォトンリサイクリングの効率を向上させて発振しきい値電流を十分小さくすることができるので、低消費電力化を十分達成することができる。しかも、図5の従来のメサ幅W₁10μmの場合よりもメサ幅W₂を3μmと著しく狭くすることができるので、実効的な電流阻止層5、6、8の領域を小さくすることができ、その結果、その領域での漏れ電流も小さくすることができる。

【0020】また、本実施例では、金属膜12が充填された溝10を、光の出射端面と対向する共振器端面側にまで回り込んで形成して金属膜12を高反射率膜となるように構成したため、光の出射端面と対向する共振器端面に改めて高反射率膜を形成しないで済ませることができる。また、この方法では、半導体プロセス技術で素子内に形成することができるため、へき開で共振器長を決める場合よりも、共振器長を適宜短くすることができ、発振しきい値電流を小さくすることができる。

【0021】また、本実施例では、溝10内に充填される金属膜12を、配線電極とするp型電極15と電氣的に分離して形成されてなるように構成したため、金属膜を配線電極と電氣的に接続してなる場合よりも配線容量を小さくすることができるので、高速応答性を向上させることができる。上記実施例では、金属膜12を活性層3に対して垂直方向に形成する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、活性層3から凹面形状に金属膜12を形成する場合であってもよく、この場合、更に光の反射効率を高めることができる。

【0022】なお、上記実施例では、半導体レーザに適用する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、半導体発光ダイオード等にも適用することができる。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、活性層と金属膜間の電流阻止膜で減衰される光を小さくすることができるとともに、反射して活性層へ戻る光の反射角を大きくしてフォトンリサイクリングの効率を向上させることができ、発振しきい値電流を十分小さくして低消費電力化を十分達成することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に則した半導体発光装置の構造を示す断面図である。

【図2】本発明の一実施例に則した半導体発光装置の製造方法を説明する図である。

【図3】本発明の一実施例に則した半導体発光装置の製造方法を説明する図である。

【図4】従来例の半導体発光装置の構造を示す断面図である。

【図5】従来例の別の半導体発光装置の構造を示す断面図である。

【符号の説明】

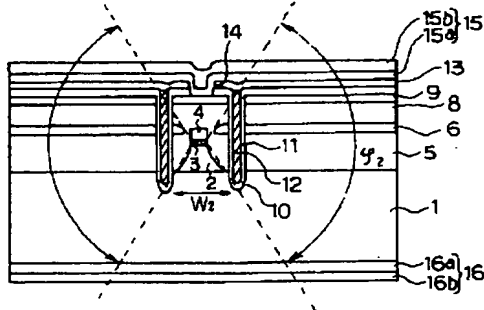
- 1 基板
- 2, 4, 8 クラッド層
- 3 活性層
- 5, 6 電流阻止層
- 9 コンタクト層
- 10 溝
- 11, 13 絶縁膜
- 12 金属膜
- 14 開口部
- 15 p電極
- 15a Pt/Ti膜
- 15b Au膜
- 16 n電極
- 16a AuGe/Au膜
- 16b Au膜

【図1】

【図2】

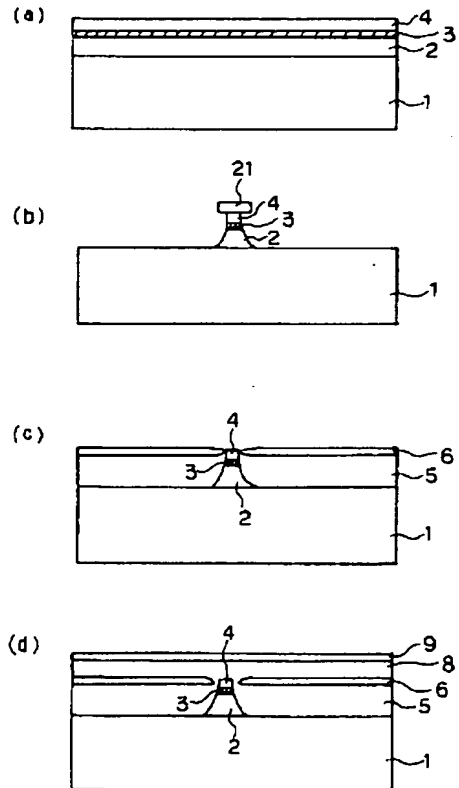
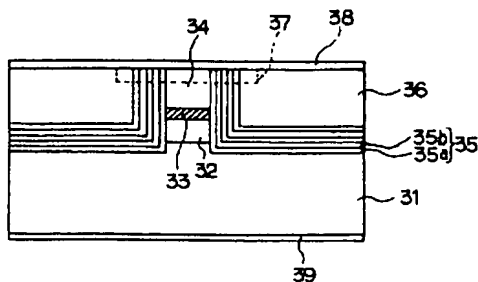
本発明の一実施例に則した半導体発光装置の構造を示す断面図

本発明の一実施例に則した半導体発光装置の製造方法を説明する図



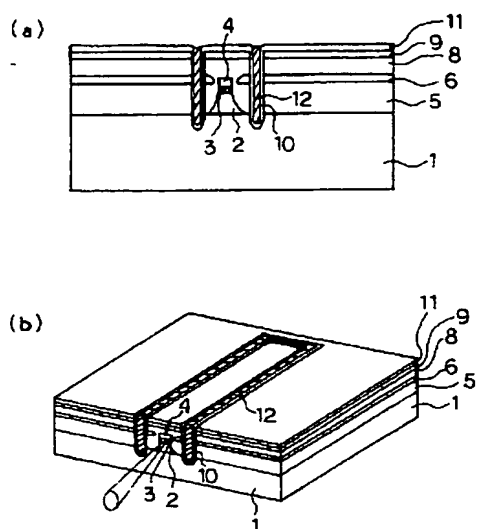
【図4】

従来例の半導体発光装置の構造を示す断面図



【図 3】

本発明の一実施例に則した半導体発光装置の製造方法を説明する図



【図 5】

従来例の別の半導体発光装置の構造を示す断面図

